

К. С. Бойко, Д. А. Плотников

Ижевский государственный технический университет

имени М. Т. Калашникова, Ижевск

boykoshady@gmail.com

ОБОСНОВАНИЕ УСТРОЙСТВА БЕЗРАКЕТНОГО ЗАПУСКА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ МАГНИТНОГО ПУСКОВОГО КОЛЬЦА

В данной работе представлена концептуальная модель установки для неракетного запуска полезного груза в космос. Проект основан на идее Кейта Лофстрома (пусковая петля Лофстрома), описанной в 1981 г. Обоснована актуальность неракетного запуска в космос для ресурсосбережения с учетом современных трендов развития мировой энергетики. Предложены пути решения критических недостатков проекта Лофстрома. Представлены предварительные вычисления характеристик гипотетической установки. Намечено дальнейшее направление развития работы, которое включает в себя расчет элементов конструкции и вычисление экономических показателей проекта.

Ключевые слова: пусковая петля Лофстрома; пусковое кольцо; неракетный запуск; магнитная левитация.

K. S. Boyko, D. A. Plotnikov

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk

JUSTIFICATION OF THE PROJECT OF THE NON-ROCKET EARTH- TO- HIGH- ORBIT LAUNCH SYSTEM BASED ON THE MAGNETIC LAUNCH RING

There are presents a conceptual model of the low cost earth- to- high- orbit launch system. The project is based on the idea of Keith Lofstrom (Lofstrom launch loop), described in 1981. This paper substantiates the relevance of non-rocket launch

into space for resource conservation, taking into account modern trends in the development of world energy. The ways of solving the critical flaws of the Lofstrom project are proposed, and preliminary calculations of the characteristics of a hypothetical installation are presented. A further direction for the development of the work is also outlined, which includes the calculation of structural elements and the calculation of economic indicators of the project.

Key words: Lofstrom launch loop; launch ring; non-rocket launch into space; magnetic levitation; maglev.

Запасы энергоресурсов на Земле ограничены. По этой причине ученые всего мира ищут альтернативные источники энергии, к сожалению, существующие решения имеют существенные недостатки и не способны поддерживать достаточный уровень энергообеспечения. Одним из перспективных направлений является термоядерный синтез, но для его осуществления необходим изотоп гелий-3. Запасов гелия-3 на Земле очень мало, но его запасов достаточно много на Луне. Поэтому уже сейчас многие страны, в том числе и Россия, разрабатывают программы по колонизации Луны. Так, с 2004 по 2010 г., НАСА разрабатывала программу constellation (созвездие), у Европейской Космической организации есть программа «Аврора», согласно которой ожидается, что база на Луне появится к 2030 г., а в 2007 г. Китай выступил с программой, по которой уже к 2040 г. китайские астронавты начнут освоение Луны. Очевидно, что в будущем полеты в космос станут более частым явлением, чем сейчас, а учитывая вероятное развитие термоядерной энергетики и малые запасы гелия-3 на Земле, полеты в космос могут стать просто необходимостью.

При этом ракетный способ запуска в космос, который используется сейчас, обладает целым рядом неустранимых недостатков: низкий КПД, сбрасываемые ступени ракет, зависимость от внешних условий, потребление огромного количества топлива, сложность конструкции — эти недостатки сильно ограничивают его применение при освоении космоса. Отказ от использования ракет повысит экологичность и возможную частоту запусков, а также в несколько раз снизит стоимость запуска полезного груза на орбиту,

что значительно ускорит освоение космоса. Также, при возрастании частоты полётов в космос и соответственно повышение потребления топлива, в условиях ограниченного количества углеродных энергоресурсов, безракетный способ запуска в космос может стать отличным альтернативным решением.

Одним из таких проектов является «Пусковая петля» Кейта Лофстрома [1]. Его концепция представляет собой конструкцию длиной около 2000 км, которая поднимается от поверхности земли на высоту 80 км, проходит на этой высоте 2000 км и снова опускается к поверхности земли, где находятся разворотные дефлекторы. В разрезе петля имеет форму полой трубки, внутри которой подвешен, с помощью магнитной левитации, ферромагнитный стержень, диаметром примерно 5 см. Стержень движется внутри оболочки с высокой скоростью и за счет магнитной инерции разгоняет полезный груз, движущийся вдоль оболочки за счет магнитной левитации. Но проект имеет несколько критических недостатков:

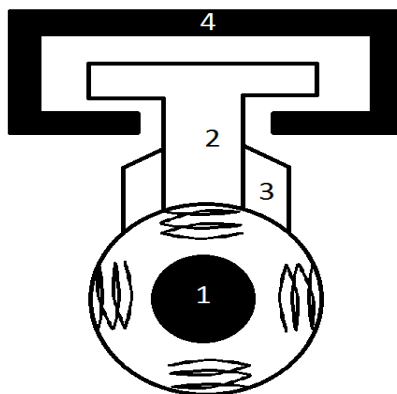
- 1) очень высокая скорость стержня, примерно 14 км/с;
- 2) резкое изменение движения стержня с помощью магнитных установок.

Крайне сложно, исключительно с помощью магнитной силы, изменить на 180° направление движения металлического стержня, движущегося со скоростью 14 км/с.

Для решения первой проблемы необходимо разделить нагрузку, связанную с движением внутреннего стержня и разгоном полезного груза вдоль рельса на два разных двигателя. Решением второй проблемы может служить изменение формы конструкции на кольцо. Это позволит избежать наличия опасных участков, а ферромагнитный стержень будет работать в условиях равномерной нагрузки.

Строение кольца в разрезе (рисунок): внутри полой оболочки поддерживается вакуум, для того чтобы снизить уровень трения внутреннего стержня (1) с окружающей средой до минимума. Ферромагнитный сердечник в подвешенном состоянии удерживают множество активных магнитных подшипников, расположенных, на оптимальном расстоянии друг от друга, по всей длине окружности.

На внешней стороне оболочки располагается Т-образный рельс (2) и зона прокладки кабелей (3). По Т-образному рельсу на магнитной подушке движется пусковая тележка (4) на которой располагается полезный груз.



Конструкция пускового кольца в разрезе

В итоге процесс запуска должен выглядеть так: полезный груз, прикрепленный к пусковой тележке, поднимается вдоль пускового кольца, на магнитной подушке до высоты 10 км над уровнем моря, после чего набирает скорость, с ускорением 15 g и доходит до верхней точки пускового кольца уже со скоростью 7910 м/с, равной перовой космической скорости, после чего осуществляется открепление полезного груза, и пусковая тележка спускается к основанию пускового кольца с противоположной стороны.

Дальнейшее направление развития проекта включает в себя более детальный расчет элементов конструкции и вычисление экономических показателей: необходимые начальные вложения и расходы на эксплуатацию.

Список использованных источников

1. Keith H. Lofstrom. THE LAUNCH LOOP: A LOW COST EARTH-TO-HIGH-ORBIT LAUNCH SYSTEM // AIAA conference, 1985. URL: <http://launchloop.com/LaunchLoop?action=AttachFile&do=get&target=launchloop.pdf> (дата обращения: 20.11.2018)